

USB7310 模入数据采集模块技术说明书

1. 概述

USB7310 模入接口模块适用于提供了 USB 接口的 PC 系列微机，具有真正热插拔、即插即用 (PnP) 功能。其操作系统可选用目前流行的 Windows 系列、高稳定性的 Unix 等多种操作系统以及专业数据采集分析系统 LabVIEW 等软件环境。在硬件的安装上非常简单，使用时只需将 USB7310 的 USB 接口插入计算机内任何一个 USB 接口插座中，信号电缆从模块提供的接口直接接入。

USB7310 模入接口模块允许采用 16 路单端输入方式或 8 路双端输入方式。用户可根据需要选择测量单极性信号或双极性信号。其输入的模拟信号由模块的 25 芯 D 型插头直接接入。

本模块还提供了 TTL 电平的 8 路输入和 8 路输出信号通道，这些信号通道由模块的 20 芯扁平电缆插座提供给用户。

2. 主要技术指标

2.1 USB 指标

2.1.1 处理器芯片：AN2131QC

2.1.2 通讯方式：USB 接口

2.1.3 通讯距离：小于 5 米

2.1.4 通讯协议：USB1.1

2.1.5 通讯最大速率：1M Byte / 秒，即 8M bps 的波特率

2.2 模入部分 (标*为出厂标准状态，下同)

2.2.1 输入通道数：单端 16 路*；双端 8 路

2.2.2 输入信号范围：0V~10V*；-5V~+5V；-10V~+10V

2.2.3 输入阻抗： $\geq 10M\Omega$

2.2.4 A/D 转换分辨率：12 位

2.2.5 A/D 转换速率：8.5 μ S

2.2.6 A/D 启动方式：程序启动

2.2.7 A/D 转换非线性误差： $\pm 1LSB$

2.2.8 A/D 转换输出码制：单极性原码* / 双极性偏移码

2.2.9 系统综合误差： $\leq 0.1\%$ F.S

2.3 开关量部分

2.3.1 输入路数：8 路 TTL 电平

2.3.2 输出路数：8 路 TTL 电平

2.4 电源功耗： $+5V(\pm 10\%) \leq 500mA$

2.5 环境要求：工作温度：10℃~40℃

相对湿度：40%~80%

存贮温度：-55℃~+85℃

3. 工作原理

USB7310 模入接口模块主要由模拟多路开关选通电路、差分放大电路、模数转换电路、开关量输入输出电路和接口控制逻辑电路组成。

3.1 模拟多路开关选通电路：

模拟通道开关由 2 片 ADG508 (或同类产品) 及跨接器 JP3 组成，可以从 16 路单端信号或 8 路双端信号中任选一路，送入差分放大器。

3.2 差分放大器电路：

差分放大器由 1 个运算放大器 AD620 以及相关的电阻组成一个标准的仪用差分放大器，用以对通道开关选中的模拟信号进行变换处理。

3.3 模数转换电路：

12 位逐次逼近式 A/D 转换器 ADS774 片内自带精密基准源，并经激光修调，具有较高的转换速率和转换精度，其转换时间仅为 8.5 μ S。A/D 转换器由程序启动，其转换状态的结束可由程序查询读出或产生

结束中断申请。A/D 转换器的模拟输入信号幅度由跨接器 JP1 选择，A/D 转换后的输出代码形式由跨接器 JP2 选择，可分别输出二进制原码或双极性偏移二进制码。电位器 W1 用于单极性零点调节，W2 用于满量程增益调节，W3 用于双极性偏移调节。

3.4 开关量输入输出电路：

本模块还提供了各 8 路的开关量输入输出信号通道。使用中需注意对这些信号的要求应严格符合 TTL 电平规范。

3.5 接口电路：

接口电路用来将 USB 总线控制逻辑转换成与各种操作相关的控制信号。

4. 安装及使用注意

本模块的安装十分简便，无需将主机机壳打开，也无需关电，将本模块插入主机的任何一个空余 USB 接口插座即可。

本模块采用的模拟开关是 COMS 电路，容易因静电击穿或过流造成损坏，所以在打开模块盒或用手触摸本模块电路板时，应事先将人体所带静电荷对地放掉，同时应避免直接用手接触器件管脚，以免损坏器件。

本模块 USB 接口允许从计算机上带电插拔。模块上有 3 个跨接选择器，使用中应严格按照说明书进行设置操作。设置模块跨接套和安装接口带缆时均应在关电状态下进行。

当模入通道不全部使用时，应将不使用的通道就近对地短接，不要使其悬空，以避免造成通道间串扰和损坏通道。

为保证安全及采集精度，应确保系统地线（计算机及外接仪器机壳）接地良好。特别是使用双端输入方式时，为防止外界较大的共模干扰，应注意对信号线进行屏蔽处理。

5. 使用与操作

5.1 主要可调整元件位置见图 1。

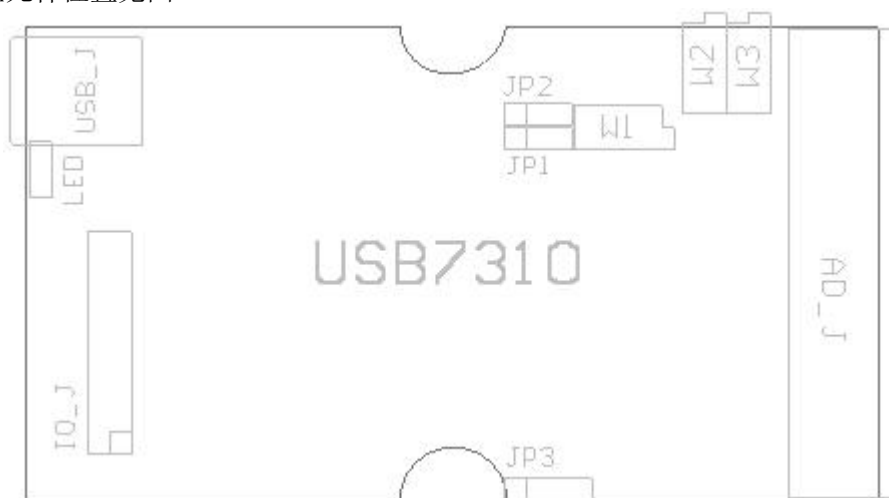


图 1 主要可调整元件位置图

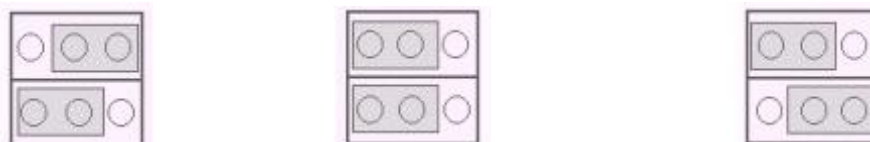
5.2 指示灯(LED)的用途：

红灯亮 指示 3.3V 电源工作正常
黄灯亮 指示模块程序工作正常

5.3 跨接器的使用：

5.3.1 A/D 量程选择：

本卡由这两个跳线 JP1（下）、JP2（上）组合实现 A/D 量程及单双极性的变化，其使用方法见图 2。



a. 0~10V

b. $\pm 5V$ 输入c. $\pm 10V$ 输入

图2 A/D 量程选择

5.3.2 单端 / 双端方式选择:

JP3 为单端 / 双端方式选择插座, 其使用方法见图 3。



a. 单端输入方式



b. 双端输入方式

图3 单 / 双端方式选择

5.4 输入输出接口定义:

5.4.1 模入部分:

本模块 25 芯 D 型插座 (AD_J) 的信号定义见表 1, 用户可根据需要选择连接信号线(单端)或信号线组(双端)。为减少信号杂波串扰和保护通道开关, 凡不使用的信号端应就近与模拟地短接。

表1 AD_J 模拟输入信号端口定义(括号内表示双端方式)

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	模拟地	14	模拟地
2	CH1 (CH1+)	15	CH9 (CH1-)
3	CH2 (CH2+)	16	CH10 (CH2-)
4	CH3 (CH3+)	17	CH11 (CH3-)
5	CH4 (CH4+)	18	CH12 (CH4-)
6	CH5 (CH5+)	19	CH13 (CH5-)
7	CH6 (CH6+)	20	CH14 (CH6-)
8	CH7 (CH7+)	21	CH15 (CH7-)
9	CH8 (CH8+)	22	CH16 (CH8-)
10	模拟地	23	模拟地
11	NC (空脚)	24	NC (空脚)
12	NC (空脚)	25	NC (空脚)
13	NC (空脚)		

5.4.2 开关量部分:

本模块 20 芯扁平线插座 (IO_J) 的信号定义见表 2。

表2 IO_J 开关量输入输出信号端口定义

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	数字地	2	数字地
3	DI1	4	DI2
5	DI3	6	DI4
7	DI5	8	DI6
9	DI7	10	DI8
11	D01	12	D02
13	D03	14	D04
15	D05	16	D06
17	D07	18	D08
19	+5V 电源输出	20	+5V 电源输出

5.5 调整与校准:

本模块出厂时已进行了调整与校准, 如无必要, 请不要进行此项工作。如果长期使用后发现零点或满

度偏移，请按下述方法进行调校。

5.5.1 零点校准：

将任一通道对模拟地短接(单端方式时)同时对该通道进行 A / D 转换，调整 W1 电位器，使其转换结果为“0”或“1”(稍微偏正 1 个码为好)。

5.5.2 满度校准：

在任一通道接入一接近正满度的稳定正电压信号，运行程序对该通道采样。调整 W2 使 A / D 转换读数等于或接近外加信号电压。

5.5.3 双极性校准：

如果测量双极性信号时偏差较大，应在零点和满度已校准好的基础上分别加入正、负信号并反复调整 W3 使其符合要求。

6. 软件

6.1 软件安装：

USB7310 模块在硬件安装完成后还需进行软件安装，其具体安装步骤如下：

1. 将模块 USB 接口插入计算机 USB 插座。
2. 启动计算机，操作系统将自行检测新安装的硬件，并弹出“添加新硬件向导”对话框，在“添加新硬件向导”对话框出现时，点击“下一步”按钮。
3. 选中“显示指定位置的所有驱动程序的列表...”单选钮，点击“下一步”按钮。
4. 点击“下一步”。
5. 点击“从软盘安装”按钮，弹出“从磁盘安装”对话框。
6. 点击“浏览”按钮，选择“Usb7kC.inf”所在的目录（光盘\USB7000\Usb7kC），点击“确定”按钮。
7. 回到“添加新硬件向导”，点击“下一步”按钮。
8. 点击“完成”按钮，第一块模块安装完成。
9. 重启计算机，安装第二块 USB7310 模块。

当要安装多块模块时，应先安装第一块模块，软件安装中会出现上述 1~9 的步骤，按以上步骤操作安装好后关机。在安装第二块模块时，系统会自动检测安装，不再经过上述 1~9 的步骤，只是模块的索引值不同。索引值是 USB 板模块使用时非常重要的参数，USB7000 系列模块是靠索引值来区分的。一般情况下，第一块安装的模块的索引值为 0，以后安装的模块索引值自动依次加 1。用户通过调用动态链接库（Usb7kC.dll）中的 OpenUSB7kC 函数，将 USB 模块的索引值赋给此函数，即可操作相应的 USB 模块（详细过程请见后面的“函数介绍”）。

6.2 测试程序说明：

本程序(光盘\USB7000\Usb7kC\7310\测试程序\7310test_vb\7310test.exe)是为 USB7310 专门编写的一个测试工具，它可以对 USB7310 采集模块的所有功能进行测试。如图 4 所示：



图 4 USB7310 测试程序

6.2.1 选择模块

运行“USB7310 数据采集模块测试程序”，点击“选择模块”菜单，在弹出的对话框中，输入所要操作模块的索引值，然后即可在程序的界面中进行选中的 USB7310 模块的测试（倘若计算机中只有一块 USB7310 模块，可略过这一步，本程序默认对索引值为 0 的模块测试）。如图 5 所示：



图 5 选择模块：

点击“退出”菜单，可退出测试。

本程序界面根据 USB7310 模块各功能的不同，分为以下几个部分：

6.2.2 开关量测试：

该部分程序既可测试开关量输出，亦可测试开关量输入。如图 6 所示：



图 6 开关量测试

在测试界面的“开关量测试”功能块中，“输入状态”后面的8个灯，从左至右（通道1至通道8）依次指示了开关量输入通道的通断状态。该功能是自动运行的，无需用户参与。

点击“输出测试”后面的灯，可进行开关量的输出测试。同样，这8个灯，从左至右依次对应着通道1至通道8这8个开关量输出通道。点击某个灯，它的状态（亮或灭）就会切换，同时输出到对应的开关量输出通道，进行相应的输出通断状态的切换操作。

6.2.3 模拟量输入测试：

该部分程序用于模拟量输入测试，如图7所示：



图 7 模拟量输入测试

在“模拟量输入测试”功能块中,16个文本框对应着16路模拟量输入通道。运行该程序,16路模拟量输入的值（见显示设置）将自动输入到计算机,并通过相应的文本框显示出来。

在“显示设置”框架中,可进行输入模拟量的显示设置。选中“原码值（十六进制）”单选钮,则显示十六进制AD转换原码值;选中“0-10000 (mV)”单选钮,则显示0到10000毫伏的单极性输入信号的电压值;选中“-5000~+5000 (mV)”单选钮,则显示-5000毫伏到+5000毫伏的双极性输入信号的电压值;选中“-10000~+10000 (mV)”单选钮,则显示-10000毫伏到+10000毫伏的双极性输入信号的电压值。

6.3 函数介绍：

Usb7kC.dll是为USB7000系列数据采集模块配制的工作在中西文Windows 95 / 98 / 2000/NT环境下的一个动态链接库,它所封装的函数可以被其它应用程序在运行时直接调用。用户可以用任何一种可以使用DLL链接库的编程工具来编写。所列函数的说明格式为C++应用程序中调用DLL库函数时的常用格式,无论使用哪一种开发工具,务必请注意数据格式的匹配及函数的返回类型。

为了将对模块的操作简单化。动态链接库(Usb7kC.dll)中所有的函数的参数均通过一个结构体(ZT_USBBOARD)来传递。现将该结构体及USB7000的有关函数说明如下：

```
struct ZT_USBBOARD
{
    long lIndex;           /* USB模块索引值,该值在安装时被系统分配*/
    HANDLE hHandle;       /* USB模块的操作句柄(只有涉及中断时才用)*/
    short nCh;            /* 通道号*/
    long lData;           /* 输入输出数据变量*/
};
```

```

    long* pData;          /*输入输出数据指针*/
    long lCode;           /*设备控制字，具体含义见函数说明*/
};

```

6.3.1 设备操作部分:

◆ 打开设备:

函数: `long APIENTRY OpenUSB7kC (ZT_USBBOARD* bs)`

功能: 打开某一中泰研创USB7310模块

入口有效参数: `lIndex` USB模块索引值

出口返回参数: `hHandle` USB模块的操作句柄 (只有涉及中断时, 返回才有意义)

返回值: 0 打开设备成功

-1 打开设备失败

◆ 关闭设备:

函数: `long APIENTRY CloseUSB7kC (ZT_USBBOARD* bs)`

功能: 关闭某一中泰研创USB7310模块

入口有效参数: `lIndex` USB模块索引值

出口返回参数: 无

返回值: 0 关闭设备成功

-1 关闭设备失败

6.3.2 开关量部分:

◆ 开关量输入:

函数: `long APIENTRY USB7310DI (ZT_USBBOARD* bs)`

功能: 采集 USB7310 某一通道开关量输入信号的状态。

入口有效参数: `lIndex` USB 模块索引值

`lCode` 设备控制码: 0 单通道操作

1 多通道操作

`nCh` 通道号: 1-8 (单通道模式使用)

出口返回参数: `lData` 某一通道读取值: 0或1 (单通道操作)

该模块所有开关量输入状态值 (多通道操作)

返回值: 0 采集成功

-1 采集失败

◆ 开关量输出:

函数: `long APIENTRY USB7310DO (ZT_USBBOARD* bs)`

功能: 进行某一个通道的开关量数据输出操作。

入口有效参数: `lIndex` USB 模块索引值

`lCode` 设备控制码: 0 单通道操作

1 多通道操作

`nCh` 通道号: 1-8 (单通道模式使用)

`lData` 某一通道输出设定值: 0 或 1 (单通道操作)

该模块所有开关量输入设定值 (多通道操作)

出口返回参数: 无

返回值: 0 开关量数据输出成功

-1 开关量数据输出失败

6.3.3 模拟量输入部分:

◆ 取地址函数:

函数: `long APIENTRY GetAddress(short nIndex, long* lAdd)`

功能: 获取用户存放一组数据的地址。

参数: `nIndex` USB 模块索引值

`lAdd` 存放数据的地址

返回值: 0 设置成功

-1 设置失败

◆ 模拟量采集(AI16):

函数: `long APIENTRY USB7310AI16 (ZT_USBBOARD* bs)`

功能：对 USB7310 所有通道（32 字节/16 个数）模拟量数据采集。

入口有效参数：lIndex USB 模块索引值

lCode 设备控制字：

lCode=	0	pldata 中存放的数据数为原码值
	1	pldata 中存放的数据 0~10000mv
	2	pldata 中存放的数据-5000~5000mv
	3	pldata 中存放的数据-10000~10000mv

出口返回参数：pdata 存放数据的地址

返回值：0 采集成功

-1 采集失败

注：1. 调用 **GetAddress** 设置存放数据的数组地址（该函数是为不支持指针的计算机语言设置的，比如：Visual Basic）

2. 使用支持指针的计算机语言，可不用 **GetAddress** 函数，直接将存放数据的地址，赋给 **pldata** 即可

◆ 模拟量采集(AI)：

函数：long APIENTRY USB7310AI(ZT_USBBOARD* bs)

功能：对 USB7310 某一通道（2 字节/1 个数）模拟量数据采集。

入口有效参数：lIndex USB 模块索引值

nCh 通道号：1~16（单端采集）

1~ 8（双端采集）

lCode 设备控制字：

lCode=	0	ldata 中存放的数据数为原码值
	1	ldata 中存放的数据 0~10000mv
	2	ldata 中存放的数据-5000~5000mv
	3	ldata 中存放的数据-10000~10000mv

出口返回参数：ldata 存放lCode规定返回的数据

返回值：0 采集成功

-1 采集失败

注：模拟量采集函数可根据用户的具体要求定制。

附 A. 名词注释

1. 单端输入方式

各路输入信号共用一个参考地电位，即各路输入信号共地，这是最常用的接线方式。使用单端输入方式时，地线比较稳定，抗干扰能力较强，建议用户尽可能使用此种方式。

2. 双端输入方式

各路输入信号各自使用自己的参考电位，即各路输入信号不共地。如果输入信号来自不同的信号源，而这些信号源的参考电位(地线)略有差异，可考虑使用这种接线方式。使用双端输入方式时，输入信号易受干扰，所以，应加强信号线的抗干扰处理，同时还应确保模拟地以及外接仪器机壳接地良好。而且特别注意的是，所有接入的信号，不论是高电位还是低电位，其极限电平相对于本模块的模拟地电位应不超过 $\pm 15V$ ，以避免电压过高造成器件损坏。

3. 单极性信号

输入信号相对于模拟地电位来讲只偏向一侧，如输入电压为 0 ~10V。

4. 双极性信号

输入信号相对于模拟地电位来讲可正可负，如输入电压为 -5V~+5V。

5. 码制

模拟量信号转换为数字量后，形成一组从 0 至 4095 的连续数字，每一个数字对应着一个特定的模拟值，这种对应关系称为编码方法或码制。依据输入信号的不同分为单极性原码与双极性偏移码。单极性输入信号对应着单极性原码，双极性信号对应着双极性偏移码。

6. 单极性原码

以 12 位 A/D 为例，输入单极性信号 0~10V。转换后得到 0~4095 的数字量，数字量 0 对应模拟量为 0V，数字量 4095 对应模拟量为 10V，这种编码方法称为单极性原码，其数字量值与模拟电压值的对应关系可描述为：

模拟电压值=数码(12 位)×10(V) / 4096 (V)

即：1LSB (1 个数码位) =2.44mV

7. 双极性偏移码：

以 12 位 A/D 为例, 输入双极性信号-5~+5V。转换后得到 0~4095 的数字量, 数字量 0 对应模拟量为-5V, 数字量 4095 对应模拟量为+5V, 这种编码方法称为双极性偏移码, 其数字量值与模拟电压值的对应关系可描述为:

模拟电压值=数码(12 位)×10(V) / 4096-5 (V)

即：1LSB (1 个数码位) =2.44mV

此时 12 位数码的最高位(DB11)为符号位, 此位为 0 表示负, 1 表示正。偏移码与补码仅在符号位上定义不同, 如果反向运算, 可以先求出补码再将符号位取反就可得到偏移码。

8. A/D 转换速率：

表明 A/D 转换芯片的工作速度。如对 BB774 来讲, 完成一次转换所需要的时间是 8.5 微秒, 则它的转换速率为 117.65 KHz。

9. 通过率：

指 A/D 采集模块对某一路信号连续采集时的最高采集速率。

附 B. 产品清单及保修

产品清单：

1. USB7310 模入接口模块壹块。
2. USB 接口电缆壹根。
3. 20 芯扁平线壹根。
4. 25 芯 D 型插头壹套。

本产品自售出之日起两年内, 凡用户遵守贮存、运输及使用要求, 而产品质量低于技术指标的, 凭保修单免费维修。因违反操作规定和要求而造成损坏的, 需交纳器件和维修费。